



## *Fachstandpunkte der TLUG*



*Identifizierung wirksamer Maßnahmenkulissen  
zur Umsetzung der WRRL - Abschätzung der  
erosionsbedingten Phosphor-Austräge aus Ackerflächen*



Fachstandpunkte der TLUG  
Nr. 12/2009

Identifizierung wirksamer Maßnahmenkulissen  
zur Umsetzung der WRRL – Abschätzung der  
erosionsbedingten Phosphor-Austräge aus  
Ackerflächen

Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) Jena über Internet-Download zur Verfügung gestellt.

Sie darf weder von Parteien noch Wahlhelfern im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf diese Veröffentlichung nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesanstalt zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den Parteien ist es gestattet, die Veröffentlichung zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

## Impressum

Fachstandpunkte der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie Nr. 12/2009

**Herausgeber:** Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie

Göschwitzer Straße 41, 07745 Jena

Tel.: 03641/684-0

E-Mail: [poststelle@tlug.thueringen.de](mailto:poststelle@tlug.thueringen.de)

Internet: <http://www.tlug-jena.de>

**Redaktion:** Ref. 72 – Fachinformationen, Umweltportal, Dr. Jürgen Schulz

**Inhaltliche Bearbeitung:** „Unterarbeitsgruppe WRRL/Erosion“  
der AG Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Landwirtschaft/Wasserwirtschaft des  
Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU)

Dr. Ralf Bischoff, TLUG, Ref. 64 Bodenkunde, Bodenschutz

Silke Ebenau, TLUG, Ref. 51 Gewässerkundlicher Landesdienst,  
Hochwassernachrichtenzentrale

Dr. sc. Peter Gullich, TLL, Ref. 450 Agrarökologie und Landwirtschaftlicher  
Bodenschutz

Jane Michel, TLUG, Ref. 53 Flussgebietsmanagement

Dr. Wilfried Zorn, TLL, Ref. 440 Ackerbau und Düngung

Jena, im Oktober 2009

Hergestellt auf chlorfrei gebleichtem Papier

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
2	Partikel-gebundene Phosphoreinträge in Gewässer durch Wassererosion .....	4
3	Methodische Vorgehensweise .....	4
3.1	Erosionsmodellierung .....	4
3.1.1	Datengrundlage .....	5
3.2	Modellierung des Phosphorausstragspotenzials aus Ackerflächen und des Phosphoreintragspotenzials in die Fließgewässer .....	5
4	Ergebnisse .....	7
4.1	Bodenabtrag .....	7
4.2	Phosphorausstragspotenzial (Pfad Bodenerosion) .....	8
4.3	Phosphoreintragspotenzial (Pfad Bodenerosion) .....	8
5	Agrarumweltmaßnahmen im Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (P-NÜG) .....	10
5.1	Agrarumweltmaßnahmen .....	11
5.2	Wirkungsabschätzung – Antragsjahr 2008 .....	14
6	Fazit und Ausblick .....	16
	Literatur .....	17
	Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen .....	18



## 1 Einleitung

Im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL; Richtlinie 2000/60/EG vom 22.12.2000), die fordert, bis 2015 einen guten Zustand der Oberflächengewässer und des Grundwassers zu erreichen, stellt ein wichtiger Teilaspekt die Betrachtung des diffusen Nährstoffeintrags aus der landwirtschaftlich genutzten Fläche dar. Neben Stickstoff liegt das Augenmerk auf dem essenziellen Pflanzennährstoff Phosphor (P).

Im Mineralboden ist Phosphor durch eine geringe Löslichkeit und eine starke Bindung an Partikeloberflächen gekennzeichnet, ein Grund dafür, weshalb einer P-Verlagerung in das Grundwasser eine untergeordnete, dem P-Eintrag in die Oberflächengewässer über den Pfad Bodenerosion hingegen eine besondere Bedeutung zukommt.

In Thüringen wurde die Bearbeitung des Problemfeldes der diffusen partikulären Phosphoreinträge in die Fließgewässer über den Pfad der wasserbedingten Bodenerosion an eine dafür eingerichtete Unterarbeitsgruppe - UAG WRRL/Erosion -, deren Mitarbeiter aus den Bereichen Gewässerschutz, Landwirtschaft und Bodenschutz stammen, übertragen. Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe, die sich auf die Modellierung und Bewertung der Bodenerosion, den potenziellen Phosphor-Austrag speziell aus ackerbaulich genutzten Flächen und den daraus ableitbaren potenziellen Phosphor-Eintrag in die Fließgewässer Thüringens beziehen, werden im Folgenden kurz vorgestellt.

## 2 Partikel-gebundene Phosphoreinträge in Gewässer durch Wassererosion

In den Fließgewässern liegt eine natürliche Grundlast des Nährstoffes Phosphor vor. Diese variiert je nach Naturraum um Konzentrationen von 0,05 bis 0,15 mg/l.

Jeder Phosphoreintrag wirkt als essentieller Pflanzennährstoff in Gewässern ähnlich wie eine Düngung von Kulturpflanzen. Das Wachstum der Wasserpflanzen wird begünstigt und führt entgegen der Wirkung auf Kulturpflanzen zu überwiegend negativen Folgen. Die Auswirkungen in Fließgewässern nehmen direkten und indirekten Bezug auf die zur Qualitätsbeurteilung nach WRRL heranzuziehenden Parameter für den ökologischen Zustand (Nahrungskette

Algen, Wasserpflanzen, Kleinlebewesen am Gewässerboden und Fische).

Die Artenzusammensetzung der Wasserpflanzen verändert sich so, dass unspezialisierte, unempfindliche Arten empfindlichere Arten verdrängen. Es kommt zu einer Verarmung der Gewässerflora und -fauna – ursächlicher Zusammenhang - und somit zur Störung der für ein natürliches Gleichgewicht notwendigen Nahrungsketten.

Speziell in langsam fließenden Gewässern kann es neben der Eutrophierung zusätzlich zu Algenmassenentwicklungen kommen. Dieses vorhandene Nahrungsangebot wird von Organismen (Zooplankton) unter Verbrauch von Sauerstoff verwertet. Die Folgen davon sind nicht selten Fischsterben in Folge des Sauerstoffmangels. Auch Einschränkungen bei der Trinkwasseraufbereitung in hierzu genutzten Gewässern sind bekannt.

In diffus belasteten Gewässern liegt Phosphor insbesondere in Form des gelösten Orthophosphats ( $\text{o-PO}_4\text{-P}$ ) und an Bodenteilchen gebunden (partikulär gebundenes P) vor.

Nach BEHRENDT et al. (1999) stellt der P-Eintrag durch Erosion die wichtigste diffuse Gewässerbelastung in Deutschland dar. Die Menge an Phosphor, die potenziell aus Ackerflächen ausgebracht werden kann, wird von den Faktoren Phosphorgehalt des Oberbodens und Menge an erodiertem Bodenmaterial bestimmt.

## 3 Methodische Vorgehensweise

### 3.1 Erosionsmodellierung

Die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG; SCHWERTMANN et al. 1987, DIN 19708) bietet sich aufgrund ihres modelltechnisch robusten Aufbaus und der wenigen Eingangsparameter, die für eine Modellierung notwendig sind, insbesondere für die Betrachtung und die Ableitung des Erosionspotenzials größerer Gebiete (Mesoskala) an. Die Auswertungen erfolgten GIS-basiert mit der ArcView-Erweiterung „AVErosion“ (SCHÄUBLE 2005).

### 3.1.1 Datengrundlage

Die Berechnung des langjährigen, mittleren jährlichen Bodenabtrags auf Ackerflächen Thüringens mittels Allgemeiner Bodenabtragsgleichung

$$A \text{ (t/ha*a)} = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

(SCHWERTMANN et al. 1987)

wurde anhand nachfolgender Datengrundlage durchgeführt:

#### – Regen- und Oberflächenabflussfaktor (R)

Aus früheren Erosionsuntersuchungen der TLL liegt eine R-Faktorenkarte im Rasteformat vor (Grid, 20 m). Sie wurde auf Basis der Gleichung nach SAUPE (1985) mittels längerjähriger (1951 – 1980) Verteilung der Niederschläge von 361 Messstationen Thüringens hergeleitet (TLL 1996).

#### – Bodenerodierbarkeitsfaktor (K)

Analysenergebnisse von ca. 500 Bodenprofilen wurden zur Berechnung von K-Faktoren (SCHWERTMANN et al. 1987) herangezogen und über die MMK100 in die Fläche gebracht (TLL 1996). Aktuell wurden die K-Faktoren von der MMK100 auf die digitale Bodengeologische Konzeptkarte umgestellt.

#### – Hanglängen- und Hangneigungsfaktor (LS)

Wie oben ausgeführt werden im Modul AVErosion Hanglänge und Hangneigung über das Digitale Geländemodell (DGM) berechnet. Als räumliche Grenzen und Hindernisse dienen im vorliegenden Fall die Feldblöcke und Landschaftselemente der Digitalen Grundkarte Landwirtschaft (DGK-Lw).

Die ersten Berechnungen wurden auf Basis eines DGM25 (Grid, 25 m; Basis: Höhenlinien der TK25) durchgeführt. Aktuell kommt das DGM5/5 (Grid, 5 m; Basis: Laserscan-Daten) zum Einsatz.

#### – Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor (C)

Sofern für Auswertungen die Erosionsgefährdung und nicht die Erosionsgrundgefährdung (C-Faktor = 1) benötigt wurde, wurde auf die C-Faktorenkarte der TLL (Grid, 20 m) zurückgegriffen, die für die Agrargebiete Thüringens

aus der Anbaustatistik der Jahre 1991 – 1994 hergeleitet wurde (TLL 1996).

#### – Erosionsschutzfaktor (P)

Eine Berücksichtigung des P-Faktors erfolgte in den bisherigen Anwendungen nicht (P = 1).

#### – Bezugsflächen

Das Modul AVErosion ist ausgerichtet auf Ackerschläge als Flächen-Bezugssystem. Für die vorliegenden Auswertungen diente die InVeKoS-Feldblockkarte bzw. Digitale Grundkarte Landwirtschaft (Feldblöcke, Landschaftselemente) als Grundlage.

### 3.2 Modellierung des Phosphoraustragspotenzials aus Ackerflächen und des Phosphoreintragspotenzials in die Fließgewässer

Methodisch wurde auf das Teilmodul „Nährstoffeinträge durch Erosion“ des Modells MONERIS (MODelling Nutrient Emissions in River Systems; BEHRENDT et al. 1999, 2002) zurückgegriffen. MONERIS bot sich an, da dieses Modell akzeptabel bei dem von der LAWA in Auftrag gegebenem Methodenvergleich abschnitt (KUNST et al. 2004) und die Anforderungen hinsichtlich Umfang und Qualität der Eingangsdaten sich so darstellen, dass sie bezogen auf Thüringen gut zu bedienen waren. Ferner liegt der Nachweis vor, dass MONERIS auch in kleineren Einzugsgebieten zu verwenden ist (SCHMIDT 2002).

Nach MONERIS berechnet sich der Phosphoreintrag durch Erosion (EER<sub>p</sub>) folgendermaßen:

$$EER_p \text{ [t/a]} = P_{OB} * ER * SOL * SDR$$

$P_{OB}$  = Phosphorgesamtgehalt im Oberboden [g/t]

ER = Anreicherungsfaktor

SOL = Bodenabtrag [t/ha\*a]

SDR = Sedimenteintragsverhältnis [%]

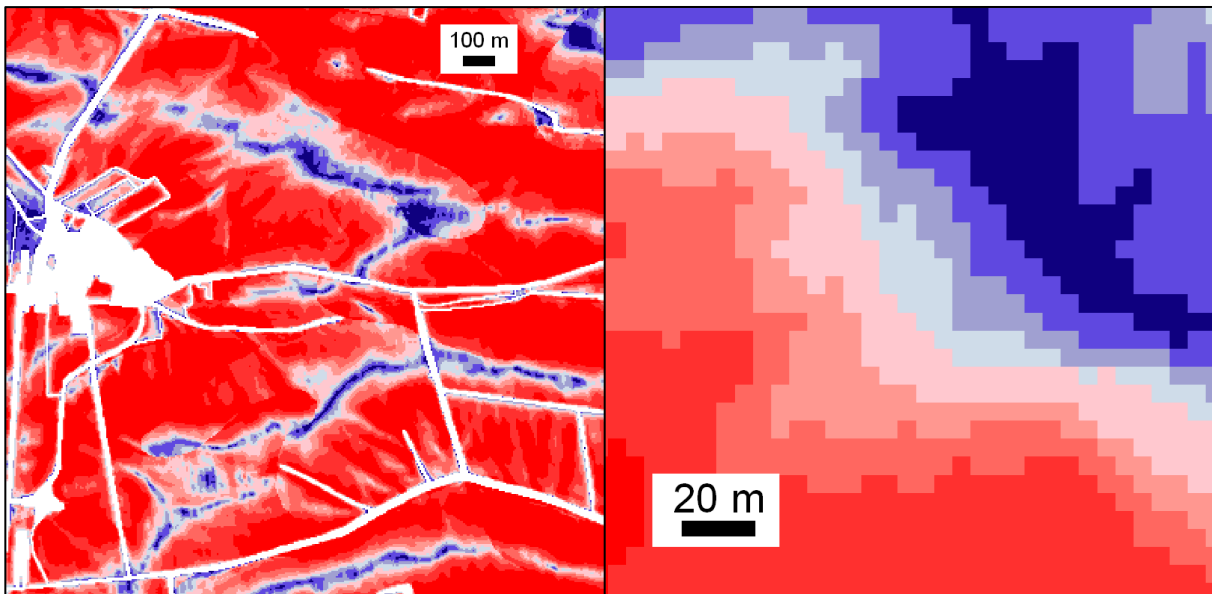


Abb. 1: Rasterbezogenes Ergebnis (5 \* 5 m) einer Erosionsmodellierung mittels AVErosion (SCHÄUBLE 2005) auf Grundlage der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG, hier  $R \cdot K \cdot L \cdot S$ ). Rote Rasterzellen spiegeln einen hohen Bodenabtrag und blaue einen niedrigen wider.

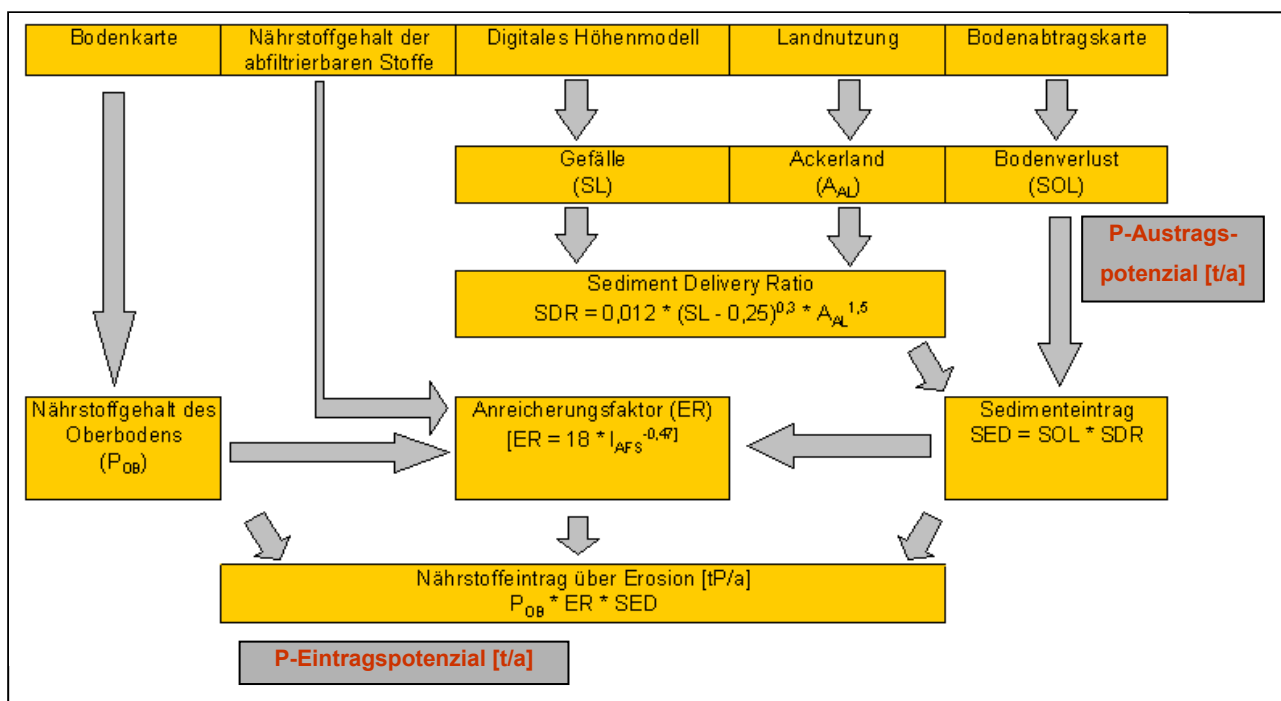


Abb. 2: Teilmodul Nährstoffeinträge über Erosion des Modells MONERIS (BEHRENDT et al. 2002: 52).



Die Phosphorgesamtgehalte in den Oberböden wurden aufgrund fehlender Analysen indirekt über das pflanzenverfügbare Phosphor ( $P_{CAL}$ ) hergeleitet. Die Berechnung des langjährigen mittleren Bodenabtrags (SOL) erfolgte mittels Allgemeiner Bodenabtragungsgleichung (ABAG) wie oben beschrieben (hier Erosionsgefährdung:  $A = R * K * L * S * C$ ). Dabei war zu berücksichtigen, dass sich Phosphor während des Erosionsprozesses anreichert, da verstärkt leichtere Teile, wie Ton und organische Substanz, an denen insbesondere Phosphor gebunden vorliegt, verlagert werden. Aus diesem Grund wird in der Berechnung ein Anreicherungsfaktor (ER) eingefügt, der sich aus der spezifischen Schwebstofffracht der jeweiligen Fließgewässer ableitet. Da der überwiegende Teil des Bodenabtrags lediglich eine Bodenverlagerung auf der Fläche darstellt, ist schließlich ein so genanntes Sediment-Eintragsverhältnis (SDR) abzuleiten, das den

Anteil des Bodenverlustes quantifiziert, der direkt in die Fließgewässer eingetragen wird.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Bodenabtrag

An landesweiten Auswertungen auf Basis der Digitalen Grundkarte Landwirtschaft (Ackerland-Feldblöcke; Stand 2005 und 2008) liegen zwei Ergebnisse vor. Einerseits wurde die Erosionsgefährdung ( $A = R * K * L * S * C$ ) im 25-m-Raster berechnet (s. Abb. 3) und andererseits wurde für jeden Ackerland-Feldblock die gemittelte potenzielle Erosionsgefährdung oder Erosionsgrundgefährdung ( $A = R * K * L * S$ ), dargestellt in Abbildung 4, abgeleitet.

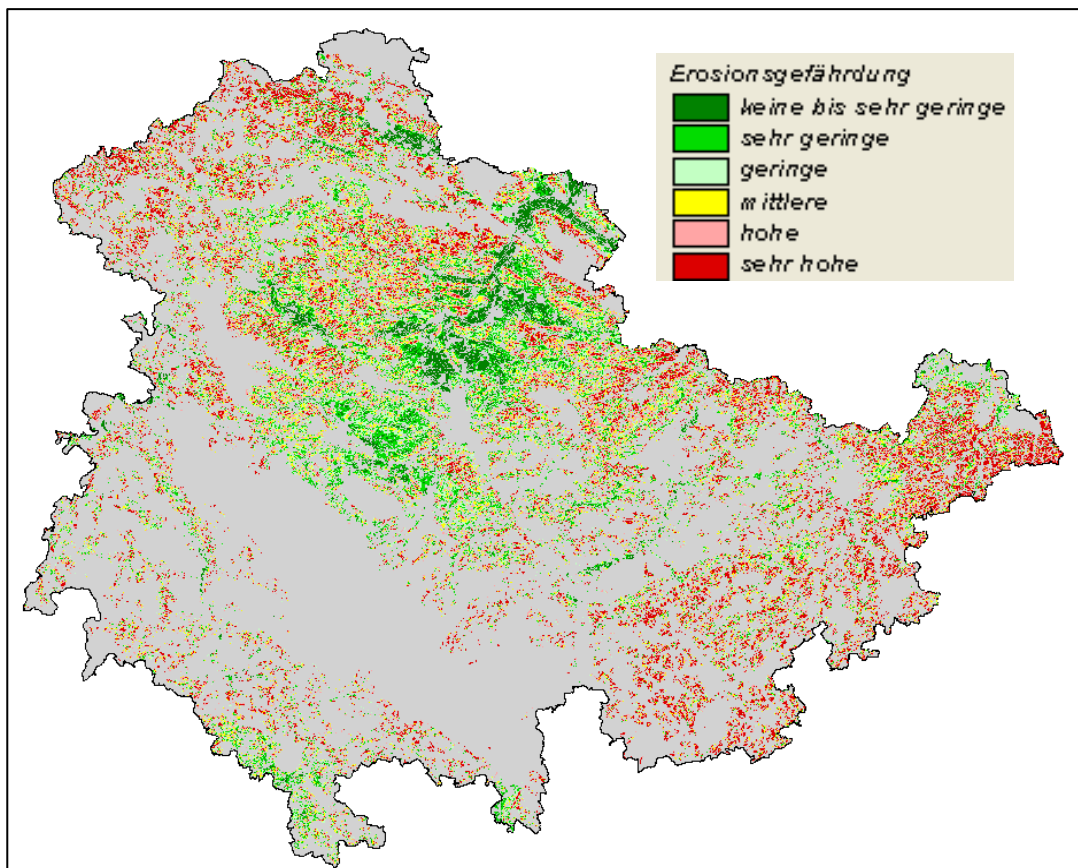


Abb. 3: Erosionsgefährdung ( $A [t/ha*a] = R * K * L * S * C$ ) für das Gebiet der Ackerland-Feldblöcke Thüringens (Basis: Digitale Grundkarte Landwirtschaft 2005; 25-m-Grid).

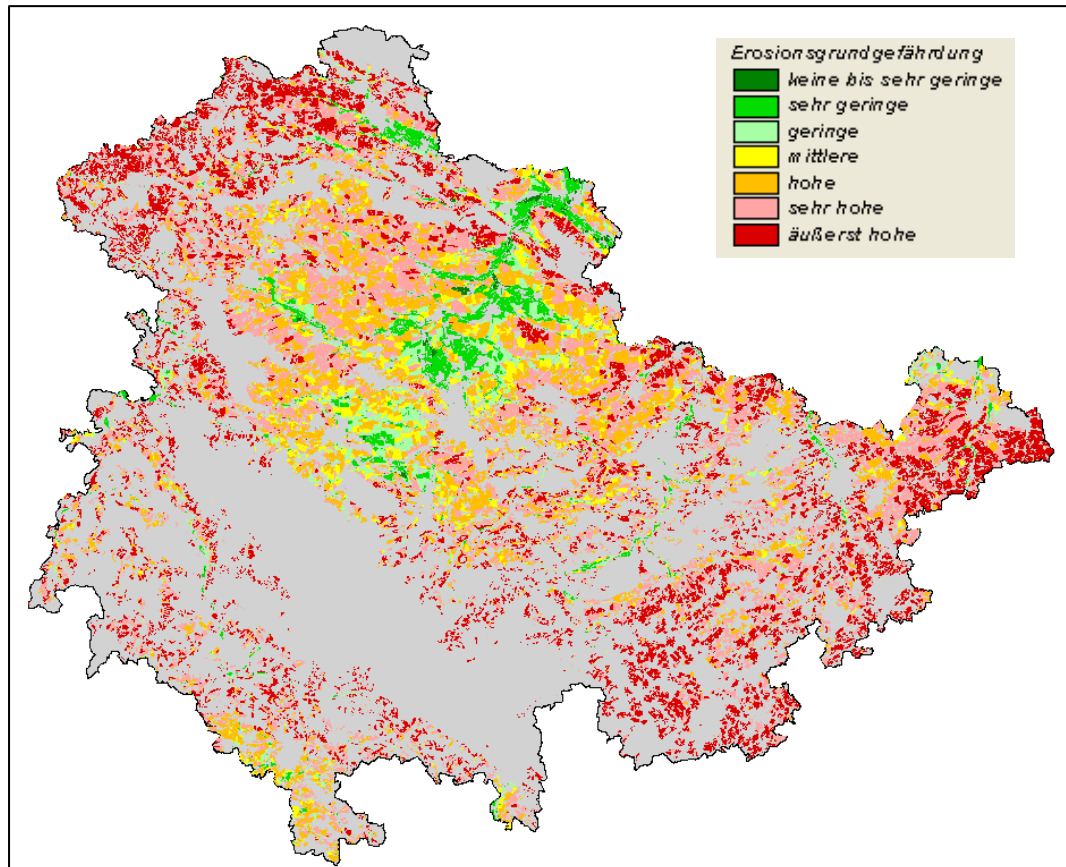


Abb. 4: Erosionsgrundgefährdung ( $A [t/ha \cdot a] = R * K * L * S$ ) der Ackerland-Feldblöcke Thüringens (Mittelwert je Feldblock; Basis: Digitale Grundkarte Landwirtschaft 2008).

#### 4.2 Phosphorausstragspotenzial (Pfad Bodenerosion)

Das Ergebnis wird in der Klassifikation nach FREDE & DABBERT (1999), die gleichzeitig die potenzielle Gewässergefährdung durch den P-Abtrag angibt, dargestellt (Abb. 5).

#### 4.3 Phosphoreintragspotenzial (Pfad Bodenerosion)

Insgesamt beträgt das Phosphor-Eintragspotenzial in die Fließgewässer Thüringens 570 t P/a. Dabei weisen rund 80 % der Oberflächenwasserkörper Potenziale von < 5 t P/a auf. Insbesondere OWK in intensiv ackerbaulich genutzten Gebieten - Thüringer Becken, Altenburger Land – zeichnen sich durch hohe Eintragspotenziale aus (> 10 t P/a; s. Abb. 6).

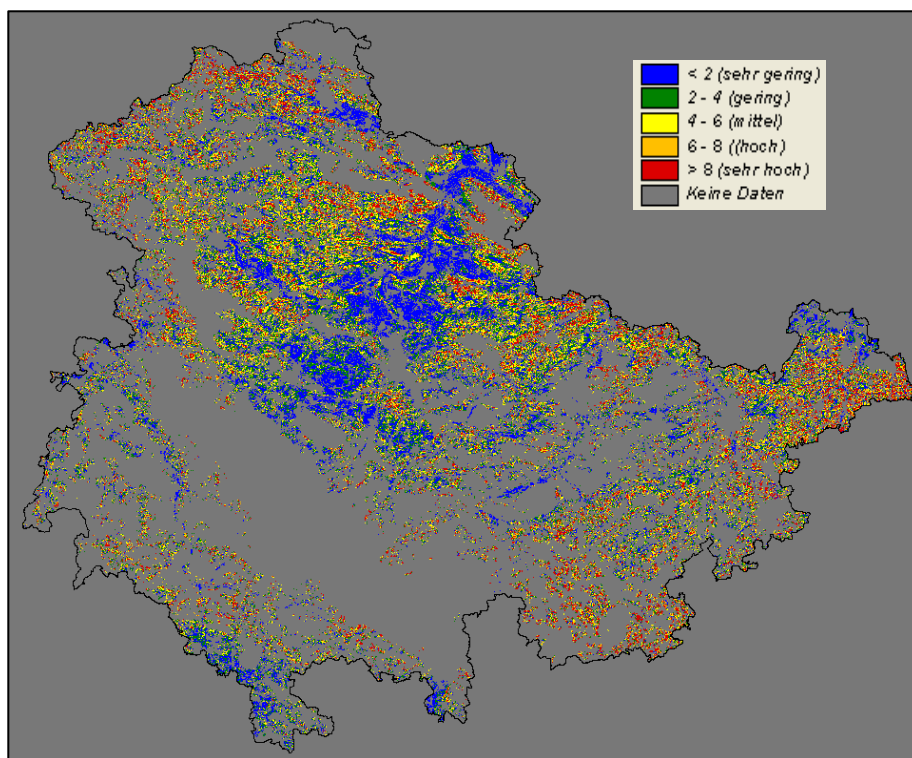


Abb. 5: Karte des Phosphorausstragspotenzials aus Ackerflächen [kg P/ha\*a]; Einteilung in Klassen der potenziellen Gewässergefährdung durch P-Abtrag nach FREDE & DABBERT (1999: 32).

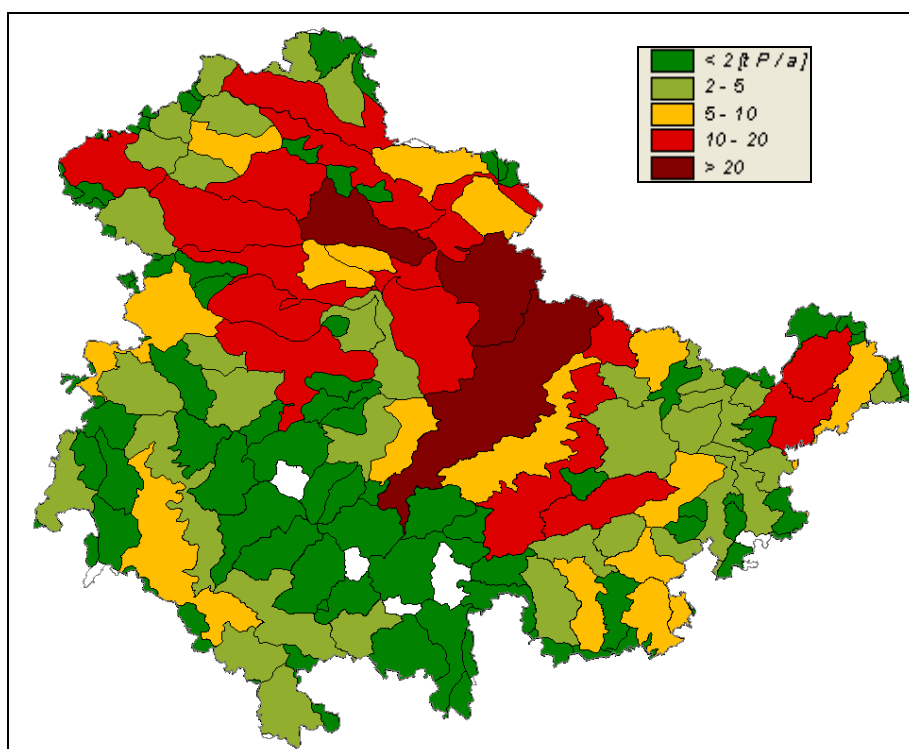


Abb. 6: Karte des Phosphor-Eintragspotenzials aus Ackerflächen (t P/a) für jeden Oberflächenwasserkörper (OWK) Thüringens (Pfad Boden-erosion).

Diese Aussage wird noch verstärkt, wenn man die Eintragungspotenziale bezogen auf die Größe der OWK betrachtet: Thüringer Becken und Randbereiche sowie das Altenburger Land erreichen die höchsten Werte von  $> 40 \text{ kg P/km}^2 \cdot \text{a}$  (s. Abb. 7).

Aufbauend auf diesen Ergebnissen bezüglich diffusen Eintrags von Phosphor aus landwirtschaftlich genutzten Flächen in die Fließgewässer Thüringens wurden Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Reduzierung abgeleitet und umgesetzt.

## 5 Agrarumweltmaßnahmen im Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (P-NÜG)

Der Realisierungsgrad des in Abschnitt 4.3 dargestellten P-Eintragspotenzials ist in den Jahren unterschiedlich und auch über lange Zeiträume nicht sicher zu benennen. Trotzdem ist jeder Beitrag zur Minderung des tatsächlichen Eintrages ein Schritt in Richtung des „Guten ökologischen Zustandes“ der Gewässer.

Die Maßnahmen zur Reduzierung des Phosphor-Eintrags aus landwirtschaftlichen Nutzflä-

chen in die Fließgewässer Thüringens zielen darauf ab, Vorgänge der Bodenerosion einzudämmen. Damit die vorhandenen Mittel den größtmöglichen Erfolg garantieren, wurde eine spezifische Förderkulisse erstellt, die es ermöglicht, Ackerfeldblöcke zu identifizieren, die eine hohe Erosionsgrundgefährdung und eine Anbindung an ein Fließgewässer aufweisen. Beide Kriterien sind die Grundlage für die Aussage, dass Erosionsereignisse auf der Ackerfläche auch mit großer Wahrscheinlichkeit dazu führen, dass Bodenmaterial und somit auch an Bodenpartikel gebundener Phosphor direkt in die Fließgewässer eingetragen werden.

Aufgrund von Voruntersuchungen wurden für Thüringen Oberflächenwasserkörper (OWK) ausgewählt, deren Fließgewässer den guten ökologischen Zustand bedingt durch Phosphor- und Sedimenteinträge aus der landwirtschaftlichen Produktion verfehlen. Sie bilden das Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (P-NÜG; vgl. Abb. 8), für das Agrarumweltmaßnahmen zum Schutz vor Bodenerosion eingerichtet wurden. Das P-NÜG umfasst ca. 59 % der Landesfläche und beinhaltet ca. 83 % des Ackerlandes Thüringens.

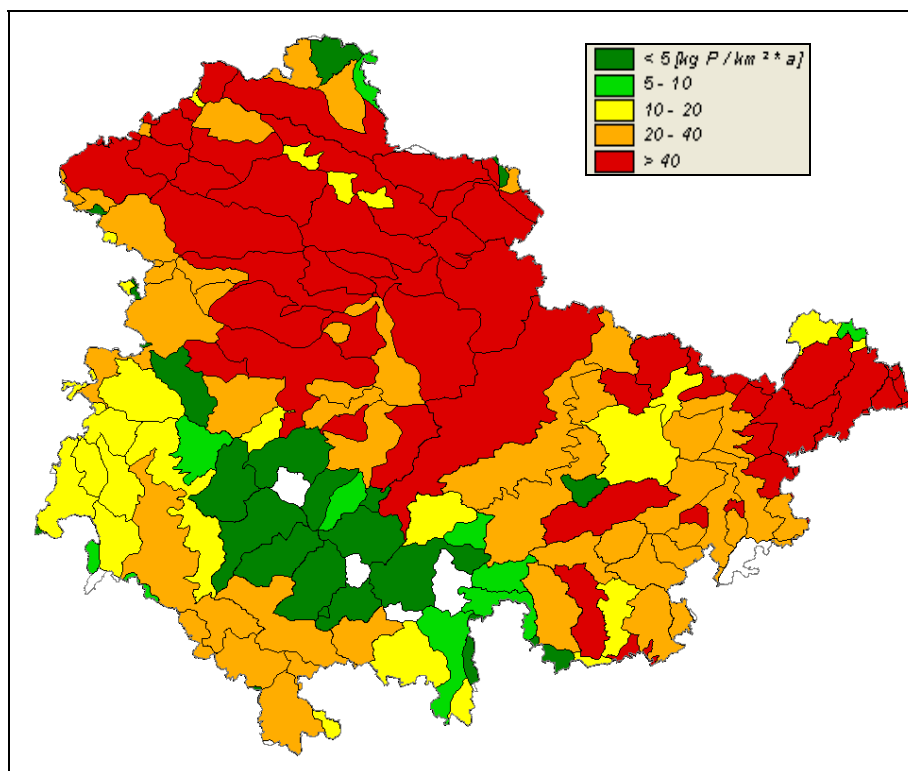


Abb. 7: Karte des Phosphor-Eintragspotenzials aus Ackerflächen bezogen auf die Größe der jeweiligen OWK ( $\text{kg P/km}^2 \cdot \text{a}$ ).



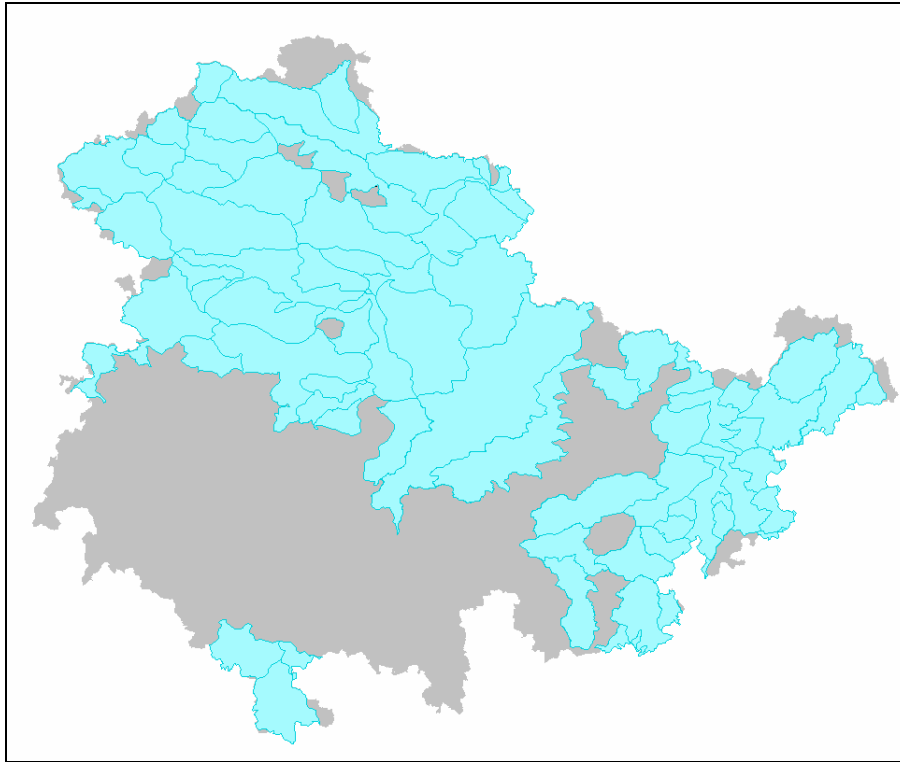


Abb. 8: Die 71 ausgewählten Oberflächenwasserkörper, die das Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (P-NÜG) bilden.

### 5.1 Agrarumweltmaßnahmen

Für die KULAP-Förderperiode 2007 – 2013 (TMLNU 2008) wurde ein Programmteil ausgearbeitet, der Maßnahmen des Gewässerschutzes beinhaltet. Zur Einschränkung von Erosion durch Wasser und damit verbunden zur Reduzierung des diffusen partikulären Phosphoreintrags in die Fließgewässer stehen für das P-NÜG folgende Maßnahmen zur Förderung zur Verfügung:

- W21 – Anbau von Zwischenfrüchten/  
Untersaaten,
- W22 – Anwendung von Mulch- oder Direkt-  
saat oder Mulchpflanzverfahren im  
Ackerbau und
- L33 – Anlage von Uferrand-/Blühstreifen.

Die Maßnahmen zielen darauf ab, die Bodenbedeckung über einen längeren Zeitraum durch Pflanzenmasse, Ernterückstände und abgestorbene Pflanzenteile aufrecht zu erhalten und so vor Abtrag durch oberflächlichen Abfluss zu

schützen. Auch der Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung zielt in gleiche Richtung. Kommt es dennoch zu Stofftransporten innerhalb der Wirtschaftsfläche, sollen Blüh-/Uferrandstreifen einen Übertritt in die Fließgewässer reduzieren oder verhindern.



Parameter	Bezugssystem	Bewertungskriterium
P-NÜG	OWK	OWK ausgewählt
Bodennutzungskategorie (BNK)	Feldblock (FB)	AL
FB-Fläche	OWK/P-NÜG	> 50 %
Erosion - Potenzielle Erosionsgefährdung ( $A=R*K*L*S$ )	Mittelwert/FB	30 t/ha*a
Gewässeranschluss - FB-AL-Teilfläche innerhalb 30-m-Pufferstreifen ab Böschungsoberkante des Fließgewässers	Gewässermittellinie + halbe Flussbreite + 30 m	FB-AL-30m vorhanden
Gewässeranschluss - mittlere Hangneigung der FB-AL-Fläche im 30-m-Pufferstreifen	FB-AL-30m	> 1 %
Gewässeranschluss - Mindestgröße	FB-AL-30m	> 0,01 ha

Tab. 1: Kriterienkatalog für die Ableitung der Gebietskulisse für die KULAP-Maßnahmen W21, W22 und L33: InVeKoS-Ackerland-Feldblöcke in Oberflächenwasserkörpern (OWK) des Phosphor-Nährstoffüberschussgebiets (P-NÜG) mit potenziell hoher Erosionsgefährdung und Gewässeranschluss.

Um mit den Agrarumweltmaßnahmen einen größtmöglichen Erfolg zu erzielen, wird die Förderkulisse anhand von fachlichen Kriterien wie folgt ausgewiesen. Für alle Ackerland-Feldblöcke, deren Fläche zu mehr als 50 % innerhalb des P-NÜG liegen, werden auf Basis der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG, s. o.) die Erosionsgrundgefährdung berechnet. Sie gibt das Erosionspotenzial jedes Feldblocks bei Vorherrschen von Schwarzbrache an ( $A [t/ha*a] = R * K * L * S$ ). Erreicht die gemittelte Erosionsgrundgefährdung eines Ackerland-Feldblocks den Wert von 30 t/ha\*a oder überschreitet diesen, kommt er in die Vorauswahl für die Kulisse. Ob er letztendlich als förderfähig eingestuft werden kann, hängt davon ab, ob er das Kriterium „Anbindung an ein Fließgewässer“ erfüllt. Die modellhafte Überprüfung erfolgt derart, dass entlang der Fließgewässer rechts und links ein Streifen von 30 m ausgewiesen wird. Nur Feldblöcke, deren Fläche in diesem ausgewiesenen Bereich hineinragen und diese Teilfläche eine mittlere Hang-

neigung von > 1 % und eine Mindestgröße von > 0,01 ha aufweisen, werden schließlich als förderrelevant für die W21-, W22- und L33-Maßnahmen übernommen (vgl. Tab. 1 und Abb. 9).

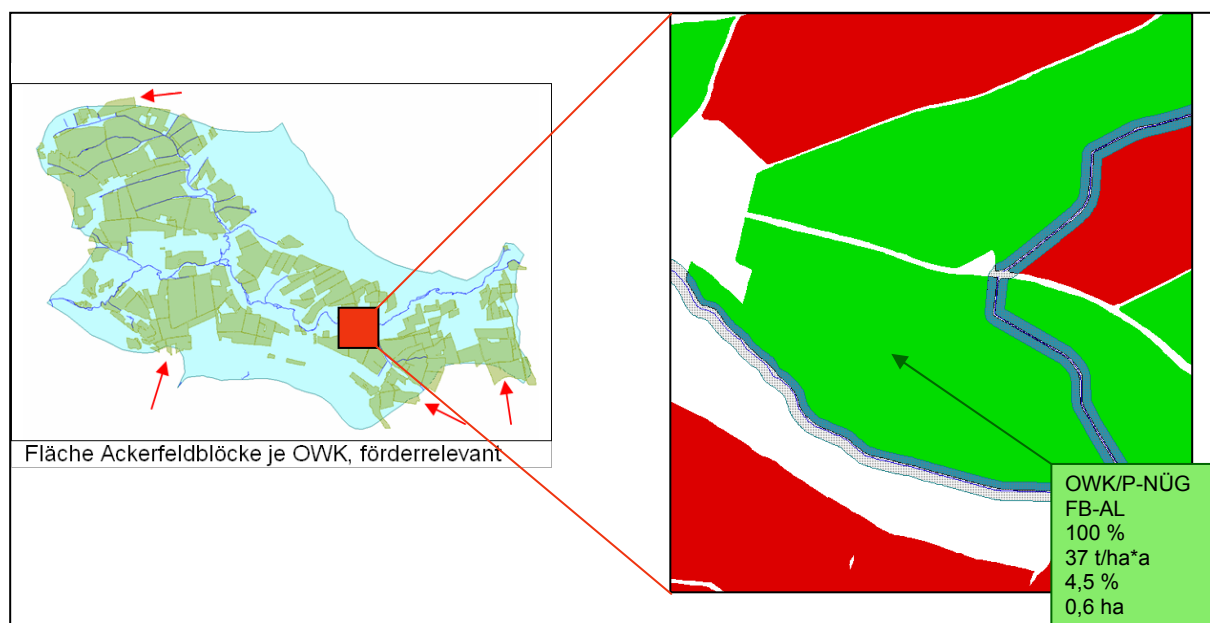


Abb. 9: Auswahl der Ackerland-Feldblöcke für die Gebietskulisse – Links: OWK des P-NÜG mit förderrelevanten Ackerland-Feldblöcken; für die mit Pfeilen gekennzeichneten Feldblöcke ist zu bewerten, ob der Flächenanteil innerhalb des OWK 50 % überschreitet. Rechts: Detail mit Feldblöcken und Gewässernetz inkl. Pufferstreifen; der gekennzeichnete Feldblock erfüllt alle Kriterien: der OWK gehört zum P-NÜG, es handelt sich um einen Ackerland-Feldblock (FB-AL), der zu 100 % im P-NÜG liegt, die Erosionsgrundgefährdung liegt bei 37 t/ha\*a, er besitzt einen Flächenanteil in der 30-m-Pufferzone, der eine mittlere Neigung von 4,7 % aufweist und 0,6 ha groß ist.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, umfasste die Gebietskulisse für das Antragsjahr 2008 insgesamt 4.589 Feldblöcke, die eine Fläche von 128.693 ha einnehmen was 20 % des Ackerlands Thürin-

gens entspricht. Die räumliche Verteilung ist Abbildung 10 zu entnehmen.

Kriterium	Anzahl	Fläche [ha]	Fläche [%]
Ackerland-Feldblöcke (FB-AL) TH	44.769	634.479,49	100%
FB-AL im P-NÜG	32.921	523.901,40	83%
FB-AL im P-NÜG mit Gewässeranschluss	12.996	256.252,30	40%
FB-AL Gebietskulisse	4.589	128.693,40	20%

Tab. 2: Die Gebietskulisse 2008 in Zahlen; Basis: Digitale Grundkarte Landwirtschaft 2008.

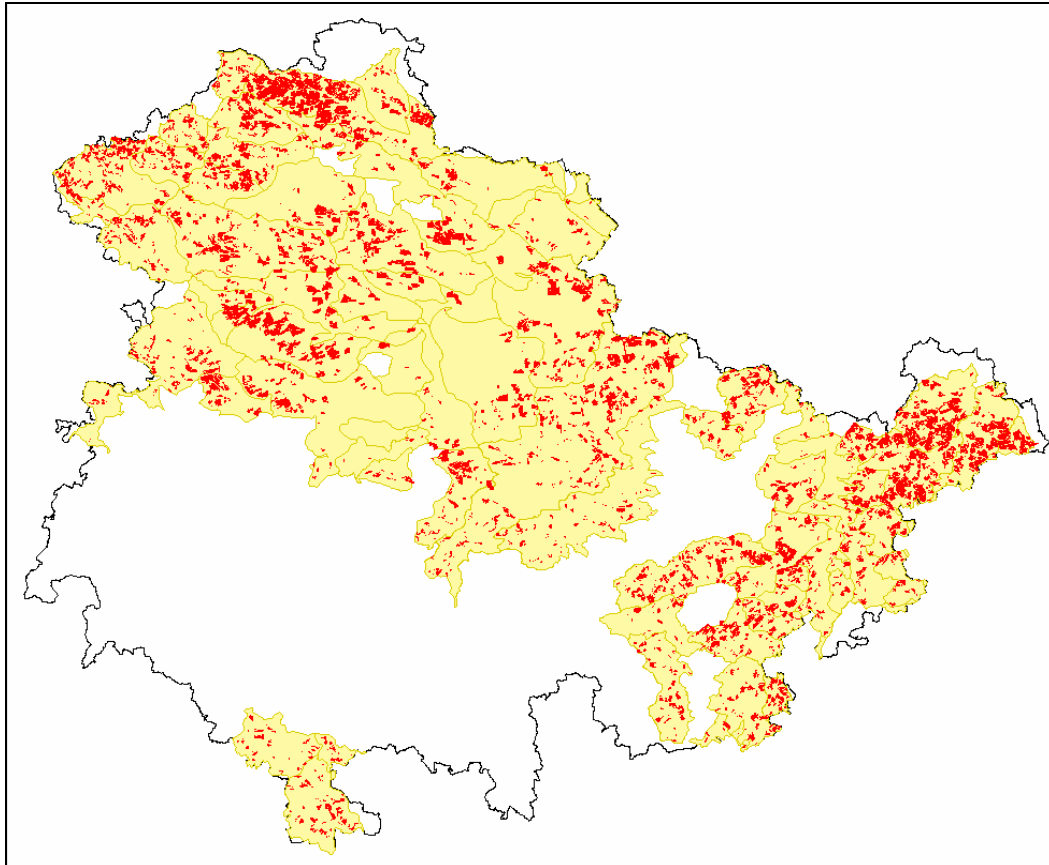


Abb. 10: Gebietskulisse 2008 (Ackerland-Feldblöcke mit potenziell hoher Erosionsgefährdung und Gewässeranschluss - rot) für die KULAP-Maßnahmen W21, W22 und L33 im Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (gelb).

## 5.2 Wirkungsabschätzung – Antragsjahr 2008

Im Jahr 2008 standen die erosionsmindernden Agrarumweltmaßnahmen W21, W22 und L33 im Rahmen des KULAP-Förderprogramms zum ersten Mal zur Verfügung. Die Nachfrage nach

diesen Maßnahmen war leider sehr gering, denn lediglich für ca. 1 % (W21), ca. 20 % (W22) und < 1 % (L33) der Gebietskulissenfläche wurden Anträge gestellt (Tab. 3).

Maßnahme	beantragter Flächenanteil der Gebietskulisse
W21	ca. 1%
W22	ca. 20 %
L33	< 1 %

Tab. 3: Flächenakzeptanz im Antragsjahr 2008.

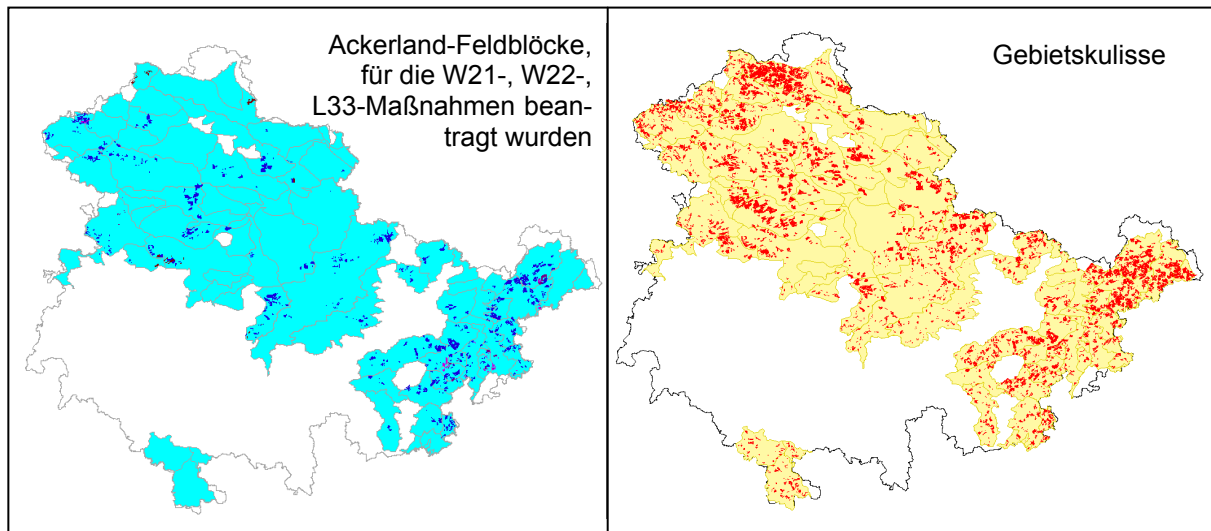


Abb. 11: Antragssituation 2008 (beantragte Feldblöcke) im Vergleich zur Gebietskulisse (potenziell zu beantragende Feldblöcke).

Auf Basis dieser Akzeptanzzahlen wurde modellhaft überprüft, welche potenzielle Wirkung hinsichtlich Reduzierung des Phosphoreintrags in die jeweiligen Fließgewässer zu erwarten ist. Die Wirkungsabschätzung wurde separat für jeden Feldblock und jede Maßnahme teilflächenspezifisch durchgeführt und zwar unter der Annahme, dass W21 und W22 eine Reduzierung

des C-Faktors (ABAG) bedingen, was sich in reduzierten Abtragsraten widerspiegelt (Tab. 4). Für die Wirkung der Errichtung eines Uferrand-/Blühstreifens (L33) wurde eine pauschale Eintragsreduzierung angenommen (Tab. 4).

Kürzel	Maßnahme	Bewertung	C-Faktor (ABAG)	C-Faktor TH-Mittel	Eintragsreduzierung
W21	Zwischenfruchtanbau	C-Faktor (ABAG) wird reduziert geringere Abtragsrate	0,08	0,13	
W22	Konservierende Bodenbearbeitung		0,04	0,13	
L33	Blüh-/Uferrandstreifen	pauschale Eintragsreduzierung			20%

Tab. 4: Bewertung der Wirkung der jeweiligen Agrarumweltmaßnahme.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass bei einer Akzeptanz der Agrarumweltmaßnahmen, wie sie für das Antragsjahr 2008 vorliegt, die Reduzierung des P-Eintragspotenzials (Pfad Bodenerosion) für die Oberflächenwasserkörper des P-NÜG im Mittel bei < 10 % liegen dürfte. Durch eine intensivierte und gezielte Beratung soll versucht werden, bei den Landwirten eine

höhere Akzeptanz zu erreichen, um somit einen höheren Wirkungsgrad bei der Phosphor-Eintragsreduzierung zu erzielen. Zusätzlich ist vorgesehen, in Gebieten mit nachweislich hoher Erosionsgefährdung und geringer Akzeptanz der Agrarumweltmaßnahmen weitere Detailuntersuchungen zur Lokalisierung von Abtrags- und Gewässereintragspfaden durchzuführen.

## 6 Fazit und Ausblick

Auf Basis des vorgestellten Ansatzes (ABAG/MONERIS) konnten Grundlagen für eine Bewertung des Phosphoreintrags in die Fließgewässer bereitgestellt werden. Mit den modellierten Sediment- und Phosphoreinträgen gelang es, so genannte Phosphor-Nährstoffüberschussgebiete auszuweisen, für die spezielle Agrarumweltmaßnahmen zum Erosionsschutz aufgestellt wurden. Zum gezielten Einsatz der Maßnahmen wurde eine Förderkulisse auf gleicher methodischen Grundlage (ABAG) erarbeitet. Schließlich dienten die Antragszahlen 2008 dazu, eine Wirkungsabschätzung für die Agrarumweltmaßnahmen durchzuführen.

Zukünftig ist es notwendig, speziell in sensiblen Regionen – Gebiete mit hohem Erosionsgefährdungspotenzial und aktuell geringer Akzeptanz bei den angebotenen Agrarumweltmaßnahmen - Detailuntersuchungen durchzuführen. Dafür müssen die Datengrundlagen verfeinert werden. Insbesondere sind die Übertrittsstellen, wo Erosionsmaterial direkt in die Fließgewässer eingetragen wird, genauer auszuweisen. Zudem sind Abflussbahnen auf Ackerflächen detailliert zu erfassen, um hier beispielsweise mit gezielter Extensivierung (Begrünung) die Bodenerosion wirkungsvoll reduzieren zu können. Dazu sollten leistungsfähige und effektive Lösungen zur betriebsbezogenen Beratung realisiert werden, die auf weitere, weniger sensible Regionen übertragbar sind. Weiterhin wird es notwendig sein, die Folgen der Maßnahmen hinsichtlich Erreichens des guten ökologischen Zustandes in den Gewässern besser prognostizieren zu können. Das Grundverständnis für die Zusammenhänge liegt in der Regel bei den Adressaten der Agrarumweltmaßnahmen vor, ohne eine praxisnahe und nachvollziehbare Wirkprognose sowie –kontrolle werden jedoch auch betriebsbezogene Beratungen einseitig bleiben und kaum nachhaltige Effekte erzielen können.



## Literatur

- BEHRENDT, H., M. BACH, R. KUNKEL, D. OPITZ, W.-G. PAGENKOPF, G. SCHOLZ, F. WENDLAND (2002): Quantifizierung der Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer Deutschlands auf Grundlage eines harmonischen Vorgehens. – Umweltbundesamt, UFOPLAN-Nr. 299 222 285, 201 S., Berlin.
- BEHRENDT, H., P. HUBER, M. KORNMILCH, D. OPITZ, O. SCHMOLL, G. SCHOLZ, R. UEBER (1999): Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. – Umweltbundesamt, Forschungsvorhaben Wasser, Forschungsbericht 296 25 515, UBA-Text 75/99, 288 S., Berlin.
- DIN 19708: Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. - Normenausschuss Wasserwesen im DIN, Febr. 2005, 25 S.
- EU-WASSERRAHMENRICHTLINIE (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. – Amtsblatt L 327 vom 22.12.2000, S. 0001 - 0073.
- FREDE, H.-G., S. DABBERT, (Hrsg. 1999): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft, 2. korr. Aufl.. ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg.
- KUNST, S., C. SCHEER, N. PANCKOW (2004): Signifikante Nährstoffeinträge aus der Fläche. – ATV-DVWK-Themen, 169 S., Hennef.
- SAUPE, G. (1985): Die Erosivität der Niederschläge im Süden der DDR - ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion. – Archiv f. Naturschutz u. Landschaftsforschung, 29: 135-169.
- SCHÄUBLE, H. (2005): AVErosion 1.0 für ArcView - Berechnung von Bodenerosion und -akkumulation nach den Modellen RUSLE und MUSLE87. – <http://www.terracs.de>.
- SCHMIDT, C. (2002): Anwendung und Bewertung des Modells MONERIS zur Ermittlung der Nährstoffeinträge in die Fließgewässer des Einzugsgebietes der Talsperre Kelbra. – unveröff. Diplomarbeit, 81 S., Institut für Geographie, Universität Leipzig.
- SCHWERTMANN, U., W. VOGL, M. KAINZ (1987): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Auflage, 64 S., Ulmer Verlag, Stuttgart.
- TLL - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (1996): Erosionsgefährdung im betrieblichen und regionalen Maßstab und Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb. - Abschlussbericht, Themen-Nr. 16.08.650/1996, Jena.
- TLL - THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2008): Landwirtschaftlicher Bodenschutz in Thüringen. - Informationsbroschüre, 36 S.
- TMLNU – THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (2008): ELER – Förderinitiative Ländliche Entwicklung in Thüringen. - Informationsbroschüre, 91 S.

## Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

- Tabelle 1: Kriterienkatalog für die Ableitung der Gebietskulisse für die KULAP-Maßnahmen W21, W22 und L33: InVeKoS-Ackerland-Feldblöcke in Oberflächenwasserkörpern (OWK) des Phosphor-Nährstoffüberschussgebiets (P-NÜG) mit potenziell hoher Erosionsgefährdung und Gewässeranschluss.
- Tabelle 2: Die Gebietskulisse 2008 in Zahlen; Basis: Digitale Grundkarte Landwirtschaft 2008.
- Tabelle 3: Flächenakzeptanz im Antragsjahr 2008.
- Tabelle 4: Bewertung der Wirkung der jeweiligen Agrarumweltmaßnahme.
- 
- Abbildung 1: Rasterbezogenes Ergebnis ( $5 * 5 \text{ m}$ ) einer Erosionsmodellierung mittels AVErosion (Schäuble 2005) auf Grundlage der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG, hier  $R * K * L * S$ ). Rote Rasterzellen spiegeln einen hohen Bodenabtrag und blaue einen niedrigen wider.
- Abbildung 2: Teilmodul Nährstoffeinträge über Erosion des Modells MONERIS (BEHRENDT et al. 2002: 52).
- Abbildung 3: Erosionsgefährdung ( $A [\text{t/ha*a}] = R * K * L * S * C$ ) für das Gebiet der Ackerland-Feldblöcke Thüringens (Basis: Digitale Grundkarte Landwirtschaft 2005; 25-m-Grid).
- Abbildung 4: Erosionsgrundgefährdung ( $A [\text{t/ha*a}] = R * K * L * S$ ) der Ackerland-Feldblöcke Thüringens (Mittelwert je Feldblock; Basis: Digitale Grundkarte Landwirtschaft 2008).
- Abbildung 5: Karte des Phosphoraustragspotenzials aus Ackerflächen [ $\text{kg P/ha*a}$ ]; Einteilung in Klassen der potenziellen Gewässergefährdung durch P-Abtrag nach FREDE et al. (1999: 32).
- Abbildung 6: Karte des Phosphor-Eintragspotenzials aus Ackerflächen ( $\text{t P/a}$ ) für jeden Oberflächenwasserkörper (OWK) Thüringens (Pfad Bodenerosion).
- Abbildung 7: Karte des Phosphor-Eintragspotenzials aus Ackerflächen bezogen auf die Größe der jeweiligen OWK ( $\text{kg P/km}^2 * \text{a}$ ).
- Abbildung 8: Die 71 ausgewählten Oberflächenwasserkörper, die das Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (P-NÜG) bilden.
- Abbildung 9: Auswahl der Ackerland-Feldblöcke für die Gebietskulisse.
- Abbildung 10: Gebietskulisse 2008 (Ackerland-Feldblöcke mit potenziell hoher Erosionsgefährdung und Gewässeranschluss - rot) für die KULAP-Maßnahmen W21, W22 und L33 im Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (gelb).
- Abbildung 11: Antragssituation 2008 (beantragte Feldblöcke) im Vergleich zur Gebietskulisse (potenziell zu beantragende Feldblöcke).